

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 6 月 9 日 (09.06.2005)

PCT

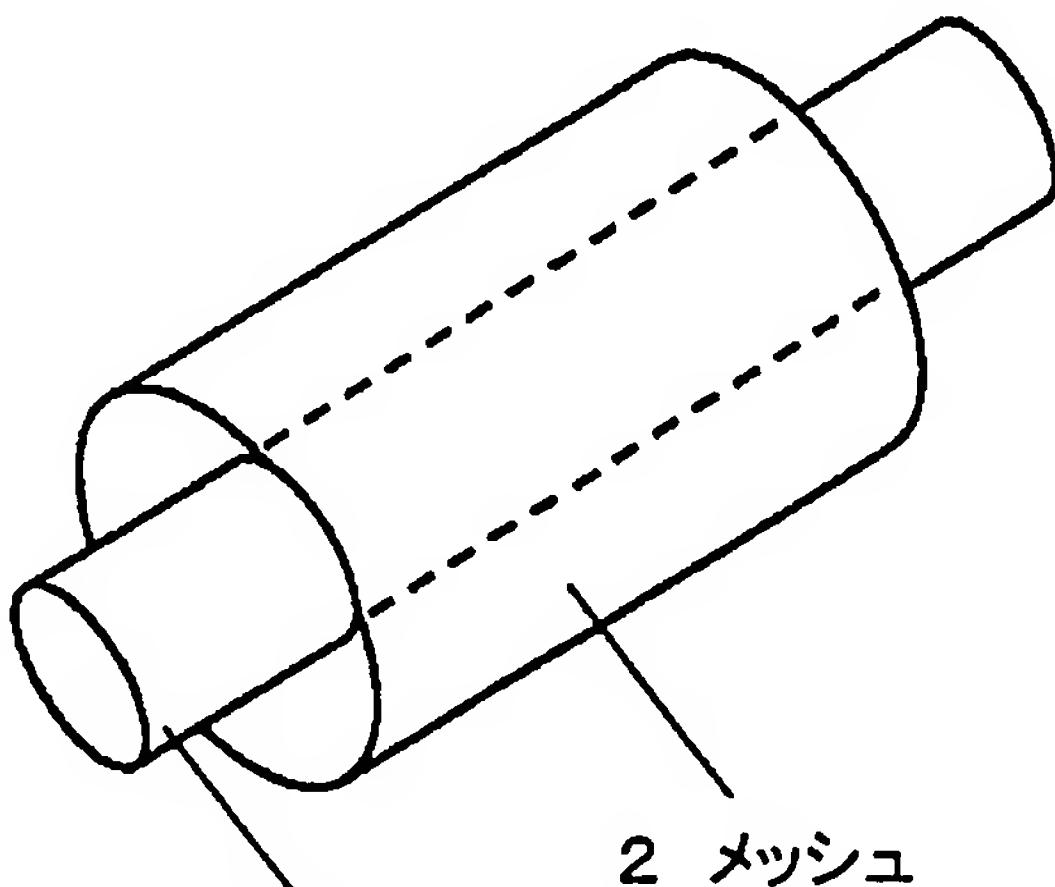
(10) 国際公開番号  
WO 2005/052987 A1

- (51) 国際特許分類: H01K 1/14, G02B 5/22, 5/26
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/016520
- (22) 国際出願日: 2004 年 11 月 8 日 (08.11.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2003-393600  
2003 年 11 月 25 日 (25.11.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 堀内 誠 (HORIUCHI, Makoto). 木本 光彦 (KIMOTO, Mitsuhiro). 大久保 和明 (OHKUBO, Kazuaki). 金子 由利子 (KANEKO, Yuriko). 坂上 美香 (SAKAUE, Mika).
- (74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目 8 番 16 号大阪証券取引所ビル 10 階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: ENERGY CONVERSION DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: エネルギー変換装置およびその製造方法



1 放射体

1... RADIATION ELEMENT  
2... MESH

(57) Abstract: An energy conversion device comprising a heat source (radiation element (1)) that receives energy from the outside and radiates electromagnetic radiation by being increased in temperature, and a radiation controlling unit (mesh (2)) that controls the radiation of infrared rays having wavelength longer than a specified wavelength. The mesh (2) is formed of metal-wire woven fabric or knit fabric, and the mesh opening size of the woven fabric or knit fabric is smaller than the above specified wavelength.

(57) 要約: 本発明のエネルギー変換装置は、外部からエネルギーを受け取り、昇温することによって電磁放射線を放射する熱源 (放射体 1) と、所定の波長よりも長い波長を有する赤外線の放射を抑制する放射抑制部 (メッシュ 2) とを備えている。メッシュ 2 は、金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きは、前記所定の波長よりも小さいサイズを有している。

WO 2005/052987 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## エネルギー変換装置およびその製造方法

## 技術分野

- [0001] 本発明は、エネルギー変換装置およびその製造方法に関し、特に赤外放射を抑制し、高い発光効率を示すことのできる照明光源に関する。

## 背景技術

- [0002] 人工光源において高い発光効率を達成するための障害となるのは、エネルギーを可視光線に変換する際に、可視光線を犠牲にし、人間の目に感ずることのない波長の長い赤外線が多量に放射させていることである。
- [0003] 白熱電球は、安定器が不要で小型軽量であり、また演色性が人工光源中で最高であるという特徴を有している。このため、白熱電球は世界で最も多く利用されている照明光源である。従来、白熱電球の放射効率を高めるために、放射体の動作温度を高め、赤外線領域における放射量の少ない放射体を見つけ出す試みが行なわれてきた。歴史的に見れば、その結果として、放射体は、炭素フィラメント白熱電球から現在のタングステンフィラメントに置き換えられることになった。タングステンからなる放射体を用いることにより、他の材料からなる放射体よりも高温での動作を実現し、それによって赤外線領域における放射量の比率を低減することが可能になった。
- [0004] しかしながら、このような努力によっても、タングステンフィラメントを利用する現在の白熱電球では可視波長域の放射が全体の10%程度に過ぎない。それ以外の放射では、主に赤外放射が70%を占める。また、封入ガスによる熱伝導や対流による熱損失が20%であり、発光効率は15lm/W程度である。この発光効率は、人工光源のなかで最も低いレベルに属する。白熱電球の上記の性能は、1930年代に達成されて以来、飛躍的には改善されていない。
- [0005] 一方、放射体からの赤外放射を画期的に抑制し、ランプの発光効率を飛躍的に向上させる技術が特許文献1などに開示されている。この技術によれば、導波管として機能する微細なキャビティ(マイクロキャビティ)のアレイを放射体の表面に形成することにより、所定波長以上の放射(例えば赤外放射)を抑制し、所定波長の電磁線のみ

を選択的に放射させる。特許文献1によれば、例えば約150nm間隔で幅約350nm、深さ約7 $\mu$ m程度のキャビティが形成され、約波長700nmよりも長い波長の赤外放射を抑制することが可能となると記載されている。また、特許文献1によれば、2000Kから2100Kの動作温度発光効率が従来の6倍にも向上するとされている。

- [0006] また、特許文献2は、1本の金属細線をフィラメント素線に巻きつけることにより、赤外線放射を抑制しようとする技術を開示している。

特許文献1: 特開平03-102701号公報

特許文献2: 特開平04-343381号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1に記載されている従来技術における大きな課題の1つは、放射体の表面にナノレベルサイズのキャビティのアレイを形成することが、加工技術の観点から難しいことである。他の課題は、仮に放射体の表面に微細なキャビティのアレイを形成できたとしても、放射体の融点が3000Kよりも高いにもかかわらず、1200K程度の動作温度において、数分間の動作時間でキャビティが崩壊してしまうという問題があることである。すなわち、従来の技術によれば、数分間の動作時間で、ランプ発光効率の向上効果が得られなくなる。

- [0008] 一方、特許文献2に記載されている従来技術によれば、高温動作時の熱膨張によって金属細線が延びると、フィラメント素線の周りに巻かれた状態にある金属細線の配列間隔が大きく広がることになるため、所定波長以上の放射を安定的に抑制できないという問題がある。

- [0009] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その主たる目的は、所定波長以上の放射を抑制する手段が高温でも安定して動作可能なエネルギー変換装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、例えば2000K以上の動作温度でも、長時間、赤外線抑制効果を維持できる照明光源(白熱電球)を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明のエネルギー変換装置は、電磁放射線を放射する熱源と、所定の波長よりも

長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部とを備えたエネルギー変換装置であって、前記放射抑制部は、金属線材の織物または編物(woven or knitted metal wire mesh)から形成されており、前記織物または編物における目の開き(openings)は、前記所定の波長よりも小さいサイズ(aperture size)を有している。

- [0011] 好ましい実施形態において、前記目の開きは略四角形であり、前記四角形の一边は1  $\mu$  mよりも小さい。
- [0012] 好ましい実施形態において、前記線材の直径は2  $\mu$  m以下である。
- [0013] 好ましい実施形態において、前記線材は、融点が2000Kよりも高い高融点材料から形成されている。
- [0014] 好ましい実施形態において、前記高融点材料は、タングステン、モリブデン、レニウム、タンタル、および、それらの化合物からなる群から選択された少なくとも1種である。
- [0015] 好ましい実施形態において、前記熱源は、タングステンまたはタングステン化合物であって、2000K以上の温度で動作する。
- [0016] 好ましい実施形態において、前記放射抑制部は、積層された金属線材の織物または編物から構成されており、積層された前記編物または前記織物の合計厚さは、前記所定の波長の電磁波の放射を制限するのに十分に厚い。
- [0017] 好ましい実施形態において、前記所定の波長は780nmである。
- [0018] 本発明によるエネルギー変換装置の製造方法は、電磁放射線を放射する熱源を用意する工程と、所定の波長よりも長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部とを用意する工程と、少なくとも前記熱源が電磁放射線を放射する面の側に前記放射抑制部を配置する工程とを含むエネルギー変換装置の製造方法であって、前記放射抑制部は、金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きは、前記所定の波長よりも小さいサイズを有している。
- [0019] 好ましい実施形態において、前記放射抑制部を用意する工程は、前記線材に引っ張り応力を与えつつ加工を行なう工程を含む。
- [0020] 本発明の装置は、上記いずれかのエネルギー変換装置と、前記エネルギー変換装置を大気から遮断する透光性バルブと、前記エネルギー変換装置に含まれる前記熱源に



対して電力を供給する手段とを備えている。

[0021] 好ましい実施形態において、前記装置は照明光源として機能する。

[0022] 本発明の放射抑制部材は、所定の波長よりも長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部材であって、金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きが前記所定の波長よりも小さいサイズを有している。

### 発明の効果

[0023] 本発明によれば、例えば白熱電球のフィラメントとして機能するエネルギー変換装置において、熱源の電磁波の放射面側に所定波長以上の電磁波の放射を抑制する金属線材の織物または編物の放射抑制手段が配置されている。このため、熱源からの赤外放射を長期間抑制することができ、白熱電球においては赤外放射量に対する可視放射量の割合を高めるため高発光効率でかつ実用的な寿命を提供することができる。

[0024] また、放射抑制手段が、金属線材の織物または編物からなるメッシュによって構成されているため、熱的に安定である。更に、メッシュの開き目のサイズも温度変化によって著しく変動することがないため、高い放射効率が安定して維持される。

### 発明を実施するための最良の形態

[0025] まず、図1(a)から(c)を参照しながら、従来の白熱電球に用いられているタングステンフィラメントの表面に可視光波長程度のサイズを有するキャビティのアレイを形成した場合に、タングステンの融点よりもはるかに低い動作温度でキャビティが崩壊してしまう理由を以下に説明する。図1(a)は、マイクロキャビティのアレイが表面に形成された従来のタングステンフィラメントの平面図であり、図1(b)は、その断面図である。

[0026] 図1(a)および(b)に示されるタングステンフィラメント10の表面にはマイクロキャビティ12のアレイが形成されている。各マイクロキャビティ12の内径は、例えば750nmであり、その深さは例えば7 $\mu$ mである。このようなマイクロキャビティが崩壊する主要なメカニズムは、タングステン原子の移動(migration)に起因するものと考えられる。すなわち、現実のタングステンの格子構造は、原子の配列に多数の乱れ(格子欠陥)を有している。この格子欠陥のおかげで、原子や結晶粒は不連続で不規則な配列を示し

、乱雑な結合組織を形成している。このような結合組織の一部は、活発に蒸発して飛散するほどの熱エネルギーが与えられていない場合であっても、安定構造をとるように活発に流動(拡散または移動)する。例えば、粒界があたかも蝶番のような働きをして結晶粒が流動を起こす。

[0027] このような現象は、微細な凹凸の存在する金属表面が高温状態になると、あたかも液体表面が平滑化するように自然に原子が流動するため、結果として、表面の微細な凹凸構造が崩壊して平坦化されることになる。図1(c)は、高温で原子の移動が生じたために、タングステンフィラメント10の表面に形成されていた凹凸が平坦化した状態を示している。タングステンフィラメント10の表面に形成されていたマイクロキャビティ12は、発明者らの実験によると、予想外に低い温度(例えば、タングステンが殆んど蒸発しない温度)であっても、容易に崩壊し、表面が平滑化されてしまうことがわかっている。

[0028] 特にマイクロキャビティ12の寸法が可視光波長程度(ナノ[nm]オーダー)の場合は、タングステン表面の平滑化が容易に起こる。これは、寸法が可視波長程度のキャビティ自身が、格子欠陥と同レベルの小さな凹凸構造として機能することに起因する可能性がある。

[0029] 以上の理由により、タングステンなどからなる従来のフィラメントの表面に微小なマイクロキャビティを形成しても、通常の動作温度で実用的な寿命を確保できなかった。

[0030] 次に、図2(a)および(b)を参照して、本発明で用いる放射抑制手段を説明する。図2(a)は、本発明における放射抑制手段として機能するメッシュ構造物20の一例を示す部分斜視図である。図2(b)は、各金属線材23の内部に存在する金属結晶粒の全体としての配向方向を模式的に示している。

[0031] 本願発明者の検討によると、可視光の波長オーダーの直径を有する極めて細い金属線材23を用いて作製したメッシュ構造物(woven or knitted metal wire mesh)20では、仮に個々の金属線材23の内部に格子欠陥が存在していても、2000Kを超える高温状態でメッシュ構造物20の形態が殆んど崩れないことが判明した。これは、金属線材23を構成する原子や結晶粒が高温状態において大きな熱エネルギーを得て流動(migrate)したとしても、流動の全体的な方向が、金属線材23の軸方向(線の長さ方向

)に沿うためであると考えられる。その結果、マイクロキャビティとして機能する多数の空隙を形成するように金属線材23を織ったり(wove)、編んだり(knit)して作製したメッシュ構造20は、極めて熱的に安定である。これに対して、金属表面に形成した微細な凹凸や、金属箔に形成した微細な孔は、それらのサイズが小さくなるほど、著しく熱に弱くなる。

[0032] 本発明で用いるメッシュ構造物20のように熱的な安定性は、金属線材23の結晶構造によって更に高められると考えられる。すなわち、金属線材23は、通常、金属材料の延性を利用して1軸方向に延伸するようにして作製される。このような金属の延伸が生じると、結晶粒が図2(b)の矢印方向に沿って配向するため、金属線材23の熱的安定性が更に高められると考えられる。

[0033] 本発明は、図2(a)に示すようなメッシュ構造物20を利用して、電磁放射線を放射する放射体(熱源)の特定波長範囲内における放射効率を向上させるため、高温でも実用的に十分な長さの寿命を有する高効率放射体を得ることができる。なお、メッシュ構造物20は、図2(a)に示す形態を有するものに限定されない。図3(a)は、図2のメッシュ構造物20の平面図であるが、図3(b)に示すように金属線材23を織っても良い。金属線材23の織る方法、または編む方法には多様な形態があり、本発明の放射抑制手段を作製するために、公知の織り方および編み方を広く用いることが可能である。

[0034] メッシュ構造物20を作製するために金属線材23を織ったり、編んだりするとき、金属線材23の延性を利用して金属線材23を途中で折り曲げる加工動作を繰り返して行なうことになる。このような金属線材23の加工は、公知の金属メッシュ製造装置を用いて機械的に行なうことが可能である。

[0035] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施形態に限定されない。

[0036] (実施形態1)

まず、図4を参照しながら本発明によるエネルギー変換装置の第1の実施形態を説明する。

[0037] 図4に示される本実施形態のエネルギー変換装置は、昇温することによって外部へ電



磁放射線を放射する熱源(以下、「放射体1」と称する。)と、放射体1の周囲に設けられた放射抑制手段とを備えている。本実施形態の放射抑制手段として機能する構造物は、タングステン細線を織って作製したメッシュ2である。

[0038] 放射体1は、通常、白熱電球のフィラメントとして利用され得る材料から好適に作製されるが、本明細書における「放射体」は、一般の白熱電球において発熱し、発光するフィラメントには必ずしも限定されない。ただし、本発明のエネルギー変換装置を照明光源として機能させる場合は、放射体を白熱電球に用いられている公知のフィラメント材料から形成することができる。

[0039] なお、放射体1は、与えられたエネルギー(例えば電氣的なエネルギー)によって昇温し、そのエネルギーを電磁放射線に変換して外部へ放射する機能を有している。

[0040] 本実施形態のエネルギー変換装置は、以下に詳しく説明するメッシュ2を放射抑制手段として備えるため、予め設定された所定の波長よりも長い波長の放射を抑制する機能を有している。このため、所定の波長以下の放射効率が向上する。

[0041] なお、本実施形態のメッシュ2は、図4に示すように放射体1の周囲を取り囲むように配置されているが、放射体1の周りを完全に覆う必要は無く、放射体1の表面のうち、利用されるべき電磁波を放射する部分に対向するように配置されていてもよい。例えば、一面が鏡面仕上げされた板状の放射体1を用いる場合、メッシュ2は放射体1の他面に対向するように配置されていればよい。

[0042] 放射体1は、例えば、一般の白熱電球の構成部品である2本のステム線と電氣的に接続され、それらから電気エネルギーの供給を受け取る。照明光源として利用されるとき、放射体1およびメッシュ2は、透光性バルブの内部に配置され、大気(酸化性雰囲気)から遮断される。放射体1は、口金およびステム線(電流供給手段)を介して外部から電力の供給を受け、ジュール熱を発して昇温・発光する。本実施形態における放射体1は、好適には2000K以上の温度で動作する。放射体は、タングステンから形成されていることが好ましいが、タングステン化合物、または、他の高融点金属から形成されていてもよい。更に、放射体の形状は、図示されているものに限定されず、白熱電球に用いられるコイル状に巻かれたフィラメント構造を有していてもよい。

[0043] 本実施形態で使用するメッシュ2は、図5に示されるように、タングステン線3の織物

である。本実施形態におけるタングステン線3の直径は約390nmであり、略四角形の目の開き(openings)の一辺の寸法(aperture size)Aは約390nmである。メッシュ2における目の開き部分が、その寸法Aの2倍のカットオフ波長780nmの導波管(マイクロキャビティ)として機能する。

- [0044] なお、温度2000Kでのタングステンの電気抵抗値を $59.1 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ とすると、波長780nmにおけるタングステンの表皮厚さは197nmである。一方、メッシュ2におけるタングステン線3の線径は390nmであるため、隣り合う複数の目の開きが相互に結合して、より大きなカットオフ波長を有する導波管として機能することはない。この意味で、メッシュ2の目の開きは、それぞれが、マイクロキャビティとして機能するといえる。
- [0045] 本実施形態では、このような構成を有するメッシュ2を放射体1の近傍に配置しているため、放射体1からメッシュ2に向けられた波長780nmより長い波長の赤外放射はメッシュ2で反射されることになる。これは、メッシュ2の目の開き(導波管)が、目の開きの大きさに対応する波長よりも大きな波長の放射モードを通さないためである。その結果、780nmよりも長い波長の放射(光子)は、メッシュ2におけるタングステン線3からのみ放射されることになる。本実施形態では、メッシュ2の開き目の開口率が25%であるので、上記光子の放射率は実質的に75%に低下する。故に、可視光放射に対する赤外放射の割合が低下し、可視光放射効率が改善される。
- [0046] 前述のように、放射体1の表面にマイクロキャビティ(導波管)として機能する微細な凹部を形成した場合は、タングステンの融点よりも十分に低い温度でキャビティが崩壊するという問題があったが、本実施形態のメッシュ2を用いた場合は、そのような問題を回避して、高温で長期間の安定した動作を確保することができる。
- [0047] 前述したように、極めて細い線材においては、例えば格子欠陥が存在し、したがって高温状態において安定構造となるように原子や結晶粒が流動を起こしても、その流動は、細線の長軸方向に沿って生じるため、細線自身が崩壊し、消滅することはない。このため、メッシュ2は、2000K以上の高温でも、長時間、正常に動作し続けることができる。
- [0048] このように本実施形態によれば、熱放射体の表面にマイクロキャビティを形成した場合(図1参照)に比べ、より高い動作温度が保証される。その結果、利用される放射の

ピーク波長は、ウィーンの変位則に基づいて定まるピーク波長よりも短くなり、可視域に近づく。このような放射特性を示すエネルギー変換装置は、照明光源として、より高い発光効率を期待することができ、従来の白熱電球を代替し得る。

[0049] なお、タングステン線3から形成したメッシュ2が示す高い耐熱性により、メッシュ2は高温で動作している放射体1の近傍にも配置することができる。

[0050] 本実施形態のメッシュ2を放射体1の近傍に、例えば放射体1から1  $\mu$  m以下の間隔で配置した場合、メッシュ2の開き目を通じて放射体1を見ると、放射体1は黒体として観察される。したがって、メッシュ2の開き目の働きにより、開き目からの赤外線放射が抑制されると、メッシュ2の開き目からの赤外線よりも波長の短い領域の放射率が増加することになる。すなわち、メッシュ2の開き目を通過してくる可視光線の放射量が増加し、可視光線の発光効率が向上する。このため、メッシュ2の一部または全体が放射体1と接していてもかまわない。

[0051] 以上、説明してきたように、本実施形態で使用するメッシュ2は、1本または複数本の金属線材の編物または織物であるため、特許文献2に開示されている細線を巻いた構造に比べて、開口部のサイズが温度によって変動しにくい利点がある。

[0052] なお、メッシュ2の目の開きの一辺の寸法Aは1  $\mu$  m以下であることが好ましい。カットオフ波長が寸法Aの2倍である2  $\mu$  mを超えると、メッシュを通過し得る赤外放射の割合が増加する。

[0053] メッシュ2が放射体1の近傍に配置され、メッシュ2の開き目が黒体となって機能する場合、カットオフ波長よりも短い波長の全波長領域における放射率が黒体レベル(放射率=約1)になる。この場合、一般のタングステンの赤外線領域の放射率は、波長1.5  $\mu$  mまで(以下、「短波長領域」と称する。)で0.4であり、波長1.5  $\mu$  m以上(以下、「長波長領域」と称する。)では、0.2である。このため、これらの両領域で黒体レベルの放射率(=1)が達成されると、短波長領域における放射率の増加割合よりも長波長領域における放射率の増加割合が高くなる。すると、可視放射量に対する赤外放射量がかえって増加してしまうため、メッシュ2を設けない場合よりも、発光効率が低下してしまうことになる。このことは、ウィーンの変位則によると、温度2000Kでは黒体放射の最大値が波長1500nm付近に位置することからも推測できる。なお、下

限は可視光線領域の光を通過させる必要から、380nm程度である。

- [0054] 一方、金属線材の直径は $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このような大きさの直径(線径)を有する線材を用いて目の開きの寸法が $1\mu\text{m}$ のメッシュを作製すると、その目の開きの開口率は10%となり、実用的な効率向上が得られる。
- [0055] 線材の直径は780nm以下であることが更に好ましい。線材の直径は780nm以下であると、波長780nm以上の光子自身が線材に吸収/放射されにくくなることが期待される。その結果、線材から発せられる赤外放射量が低下するため、メッシュ2による可視放射量に対する赤外放射量の割合が低下し、発光効率がさらに向上すると期待される。
- [0056] 線材の直径の下限は、線材に用いる金属材料の表皮厚さ程度に設定される。タングステンの場合、波長780nmに対する表皮厚さが約197nmであるので、線材は197nm程度以上の直径を有していることが好ましい。
- [0057] なお、線材の材料は、タングステンに限られず、モリブデン、レニウム、タンタル、または、それらの化合物であってもよい。
- [0058] 本発明によるエネルギー変換装置を、人間の目で感じることのできる光を発する照明光源として利用する場合、メッシュに用いる線材は、2000K以上の融点を有し、2000K以上の温度で安定した動作の可能な高融点材料から形成されることが望ましい。照明光源の光色が不自然に赤みの強い光色とならないようにするには、400nm程度の短い波長の放射が適当な割合で含まれることが必要であり、そのためには、熱放射体の動作温度が2000K以上であることが好ましいからである。
- [0059] 放射抑制手段として機能するメッシュは織物であってもよいし、編物であってもよい。編物は、織物に比べて、ほどけにくく、形状維持性に優れている。
- [0060] 金属線材の断面形状は、略円形であってもよいし、略四角形であってもよい。導波管として機能する開口部を規定する面(導波管の内壁面)は、線材の外周面の一部によって構成される。このため、線材の断面形状が略四角形であるときは、線材のうち、メッシュの開き目を規定する領域が平面形状を有するようにメッシュを構成できる。線材のうち、導波管の内壁面として機能する部分の面積は、線材の断面形状が円形の場合より、略四角形の場合が大きくなる。



[0061] 導波管の内壁面として機能する線材の4つの側面部分は、それぞれ、対向する側面部分に対して略平行な関係を有しているため、放射体の表面から見たメッシュ開口部の立体角が相対的に小さくなる。これに対し、線材の断面形状が円形であるときは、放射体の表面から見たメッシュ開口部の立体角が相対的に大きくなる。このため、線材の断面形状が円形の場合より、略四角形の場合の方が、開口部からの放射漏れを小さくすることができる。

[0062] (実施形態2)

次に、図6を参照しながら本発明によるエネルギー変換装置の第2の実施形態を説明する。

[0063] 図6に示す実施形態では、放射抑制手段が複数のメッシュ2の積層体から構成されている。各メッシュ2の構成は、実施形態1について説明した通りである。本実施形態では、積層される各メッシュ2の目の開きの位置が相互に整合するようにメッシュ2を積層することにより、導波管(マイクロキャビティ)として機能する目の開きの深さ(導波路長)を実質的に大きくすることができる。その結果、積層されたメッシュ2が放射体1から少し離れて配置されても、メッシュ2の開き目の深さがメッシュ2の開き目の寸法の1.5以上であれば、メッシュ2の開き目からの可視放射率が黒体レベルにアップするため、発光効率が増加すると考えられる。

#### 産業上の利用可能性

[0064] 本発明のエネルギー変換装置は、例えば白熱電球のフィラメント部分に適用され、一般家庭はもちろんのこと、店舗や自動車の前照灯等の用途に応用される。また、必要な波長範囲内における放射効率が高まり、無駄が省かれるため、省エネルギーに寄与し、地球環境保全にも役立つ。

#### 図面の簡単な説明

[0065] [図1](a)は、マイクロキャビティのアレイが形成された従来のタングステンフィラメントの上面図であり、(b)は、その断面図であり、(c)は、マイクロキャビティが崩壊した後のタングステンフィラメントを示す断面図である。

[図2](a)は、本発明のエネルギー変換装置が備える放射抑制手段の一例を示す部分拡大斜視図であり、(b)は、金属線材23における結晶粒の向きを示す模式図である



。

[図3](a)および(b)は、本発明のエネルギー変換装置が備える放射抑制手段(メッシュ)の構成例を示す図である。

[図4]本発明によるエネルギー変換装置の第1の実施形態を示す図である。

[図5]第1の実施形態における放射抑制手段(メッシュ)の拡大図である。

[図6]本発明によるエネルギー変換装置の第2の実施形態を示す図である。

#### 符号の説明

- [0066]
- |    |               |
|----|---------------|
| 1  | 放射体           |
| 2  | メッシュ(織物)      |
| 3  | タングステン線       |
| 10 | タングステンフィラメント  |
| 12 | マイクロキャビティ     |
| 20 | メッシュ構造物       |
| 23 | 金属線材          |
| 25 | 空隙(メッシュの目の開き) |

## 請求の範囲

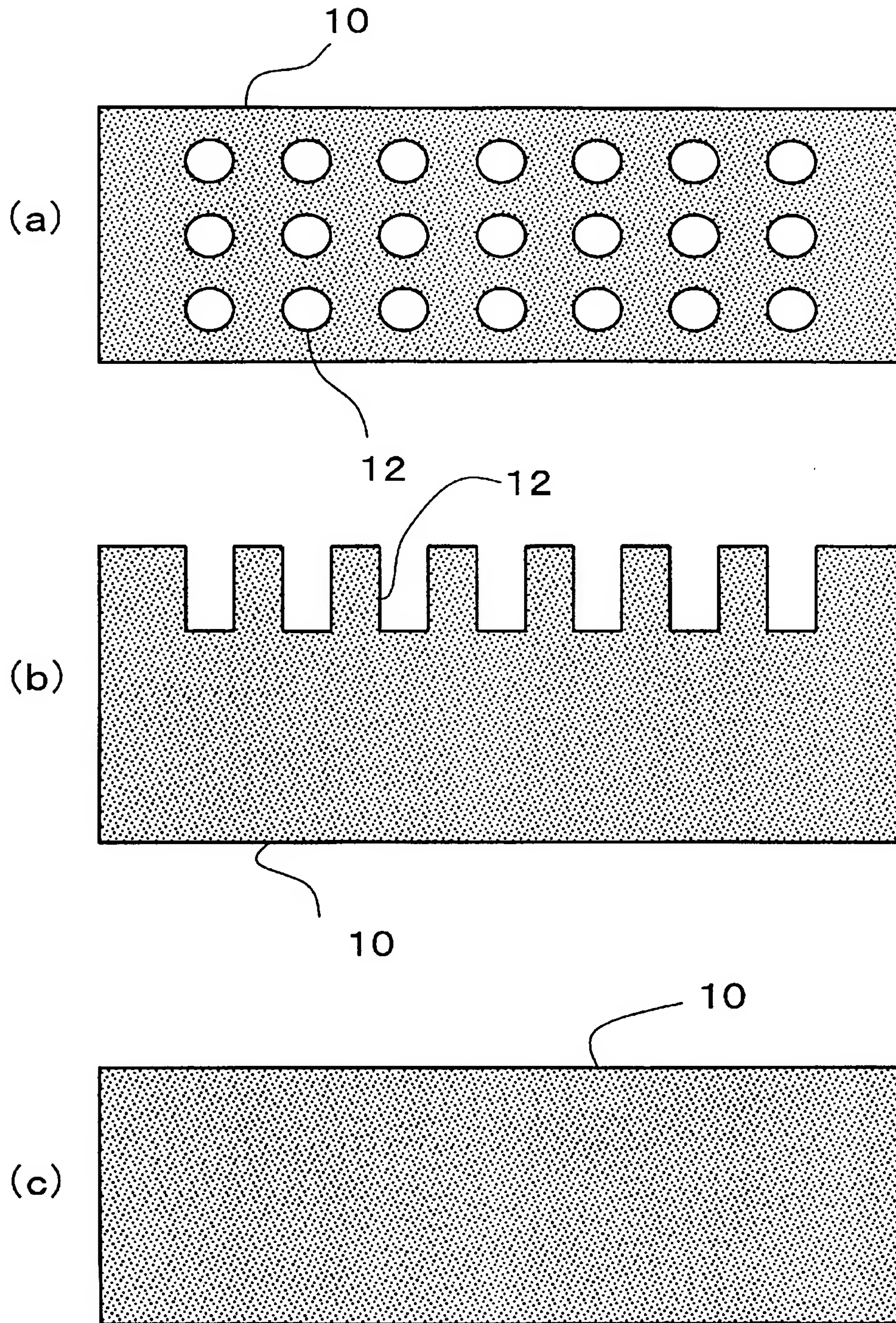
- [1] 電磁放射線を放射する熱源と、  
所定の波長よりも長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部と、  
を備えたエネルギー変換装置であって、  
前記放射抑制部は、金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きは、前記所定の波長よりも小さいサイズを有している、エネルギー変換装置。
- [2] 前記目の開きは略四角形であり、前記四角形の一辺は1  $\mu$  mよりも小さい、請求項1に記載のエネルギー変換装置。
- [3] 前記線材の直径は2  $\mu$  m以下である、請求項1に記載のエネルギー変換装置。
- [4] 前記線材は、融点が2000Kよりも高い高融点材料から形成されている、請求項1から3の何れか一つに記載のエネルギー変換装置。
- [5] 前記高融点材料は、タングステン、モリブデン、レニウム、タンタル、および、それらの化合物からなる群から選択された少なくとも1種である、請求項4に記載のエネルギー変換装置。
- [6] 前記熱源は、タングステンまたはタングステン化合物であって、2000K以上の温度で動作する、請求項1から5の何れか一つに記載のエネルギー変換装置。
- [7] 前記放射抑制部は、積層された金属線材の織物または編物から構成されており、積層された前記織物または前記編物の合計厚さは、前記所定の波長の電磁波の放射を制限するのに十分に厚い、請求項1から6までの何れか一つに記載のエネルギー変換装置。
- [8] 前記所定の波長は780nmである、請求項1から7までの何れか一つに記載のエネルギー変換装置。
- [9] 電磁放射線を放射する熱源を用意する工程と、  
所定の波長よりも長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部を用意する工程と、  
少なくとも前記熱源が電磁放射線を放射する面の側に前記放射抑制部を配置する工程と、

を含むエネルギー変換装置の製造方法であって、

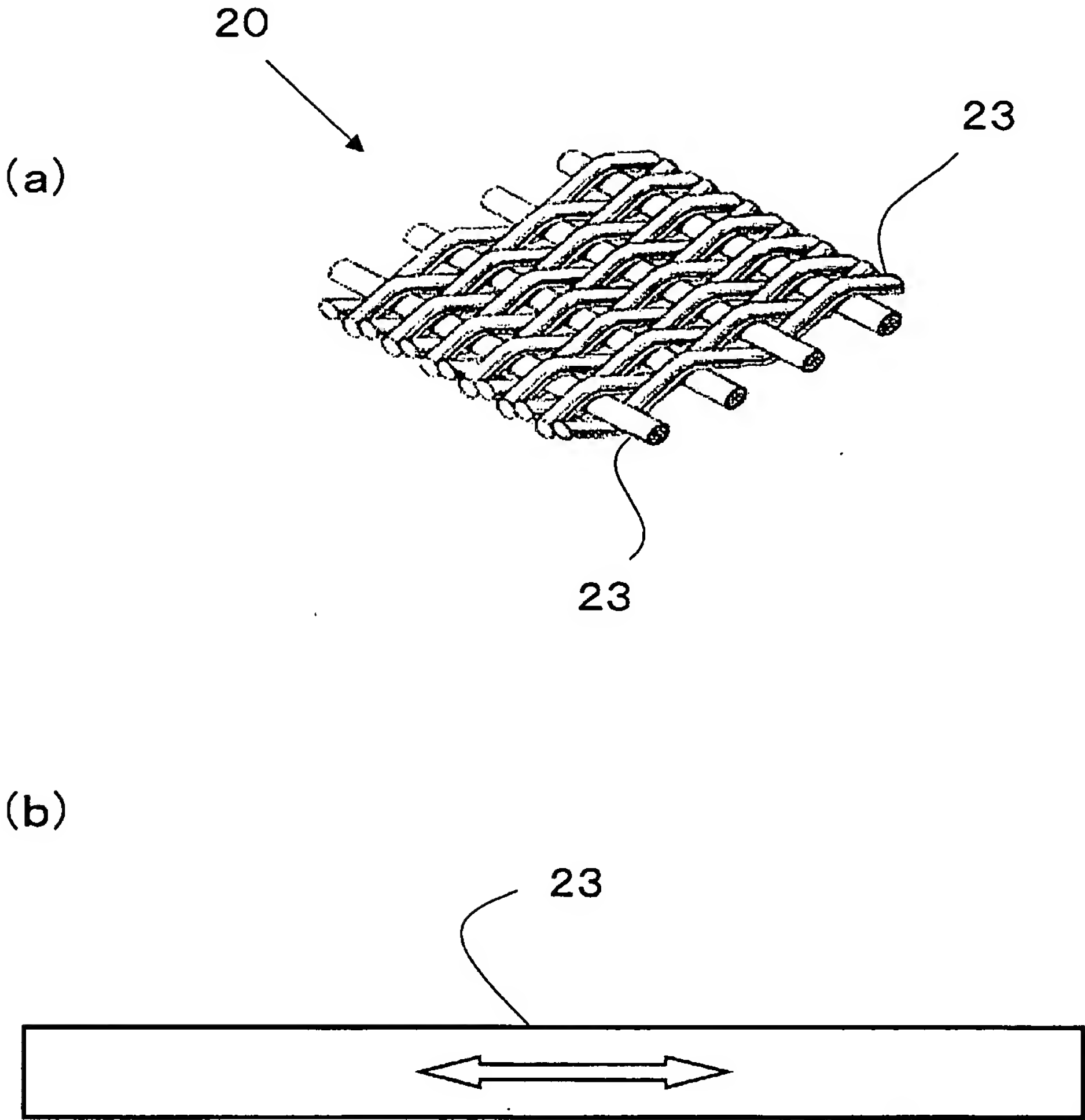
記放射抑制部は、金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きは、前記所定の波長よりも小さいサイズを有している、エネルギー変換装置の製造方法。

- [10] 前記放射抑制部を用意する工程は、前記線材に引っ張り応力を与えつつ加工を行なう工程を含む、請求項9に記載のエネルギー変換装置の製造方法。
- [11] 請求項1に記載のエネルギー変換装置と、  
前記エネルギー変換装置を大気から遮断する透光性バルブと、  
前記エネルギー変換装置に含まれる前記熱源に対して電力を供給する手段と、  
を備えた装置。
- [12] 照明光源として機能する請求項11に記載の装置。
- [13] 所定の波長よりも長い波長を有する赤外線放射を抑制する放射抑制部材であって、  
金属線材の織物または編物から形成されており、前記織物または編物における目の開きが前記所定の波長よりも小さいサイズを有している、放射抑制部材。

[図1]



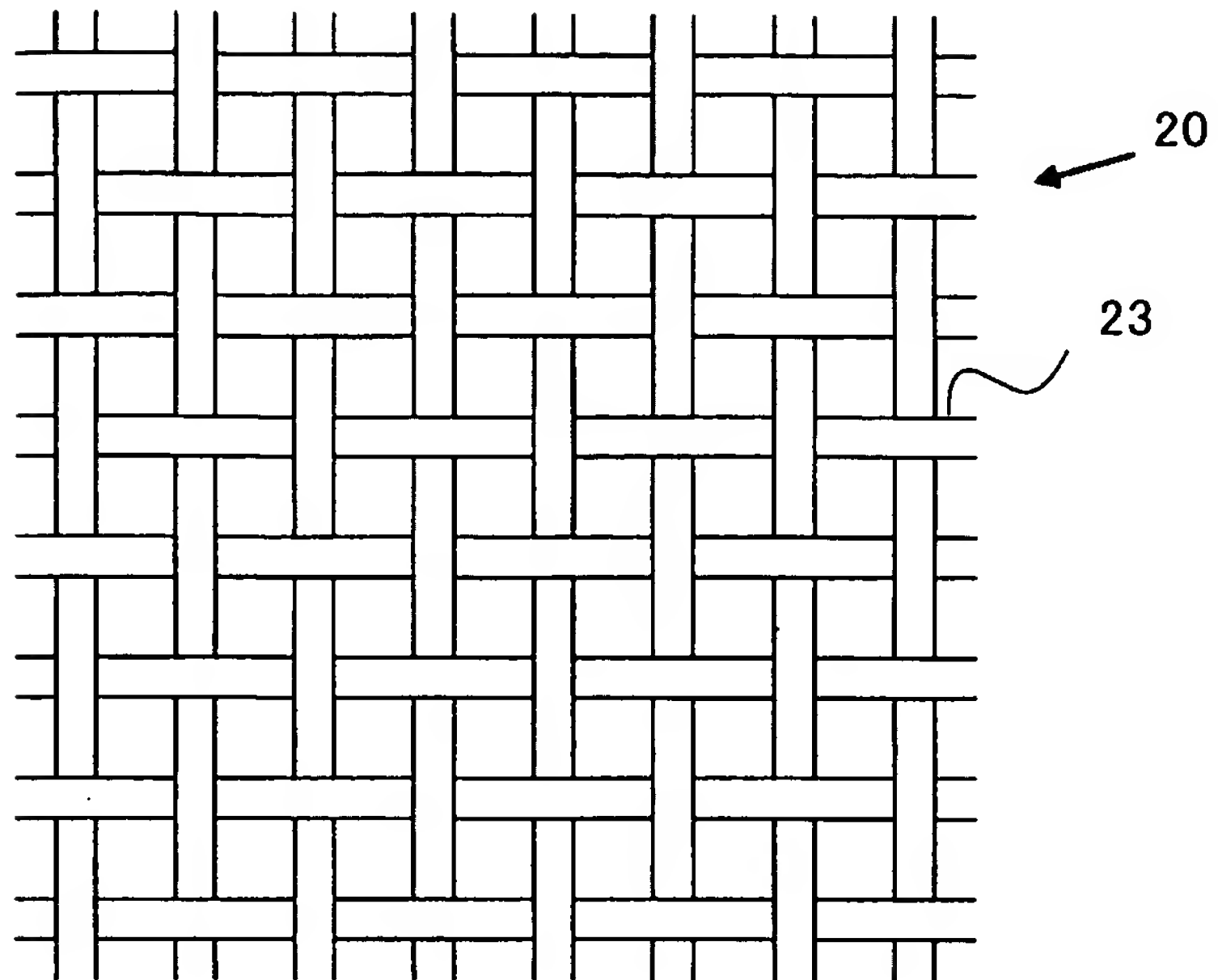
[図2]



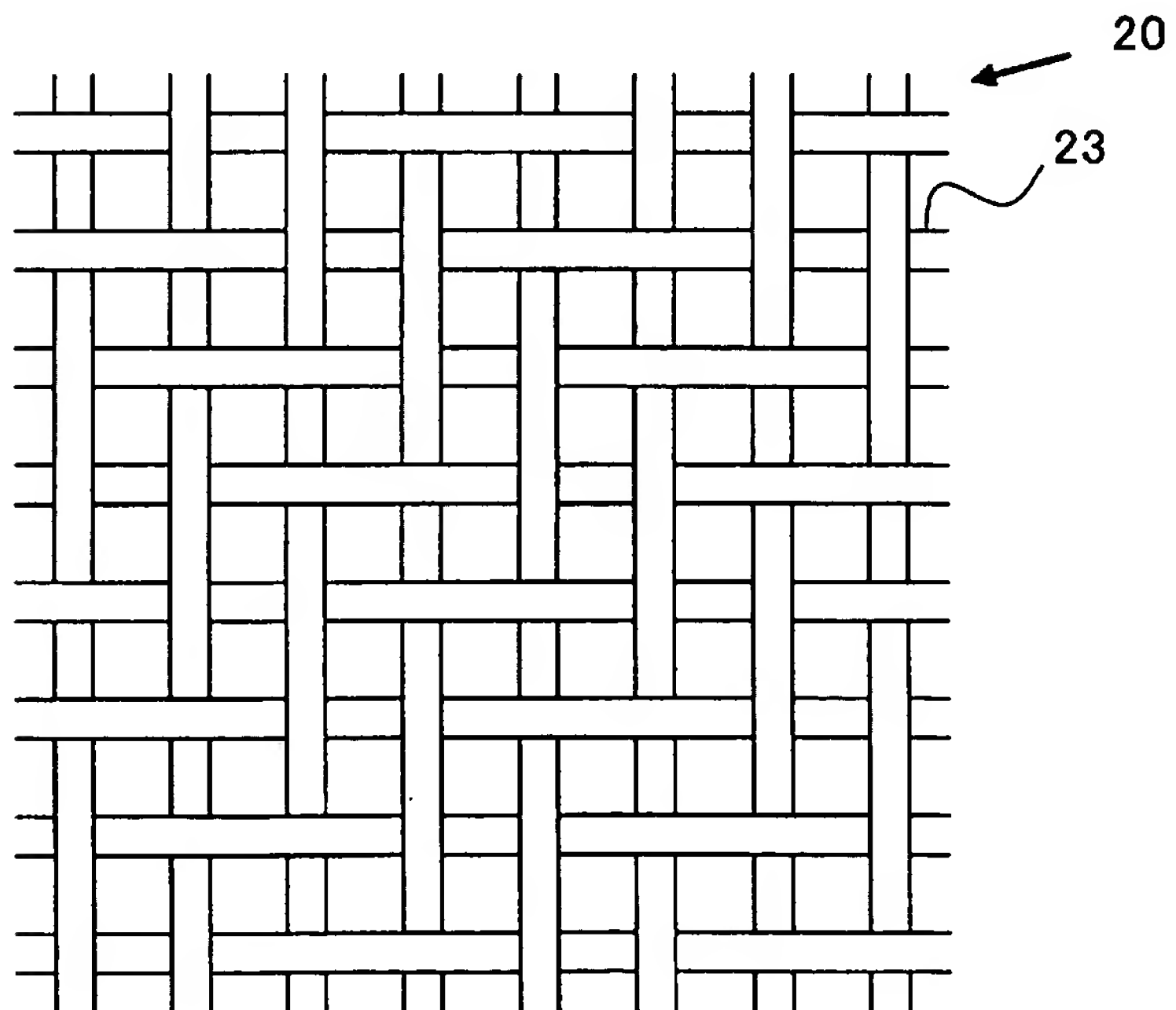


[図3]

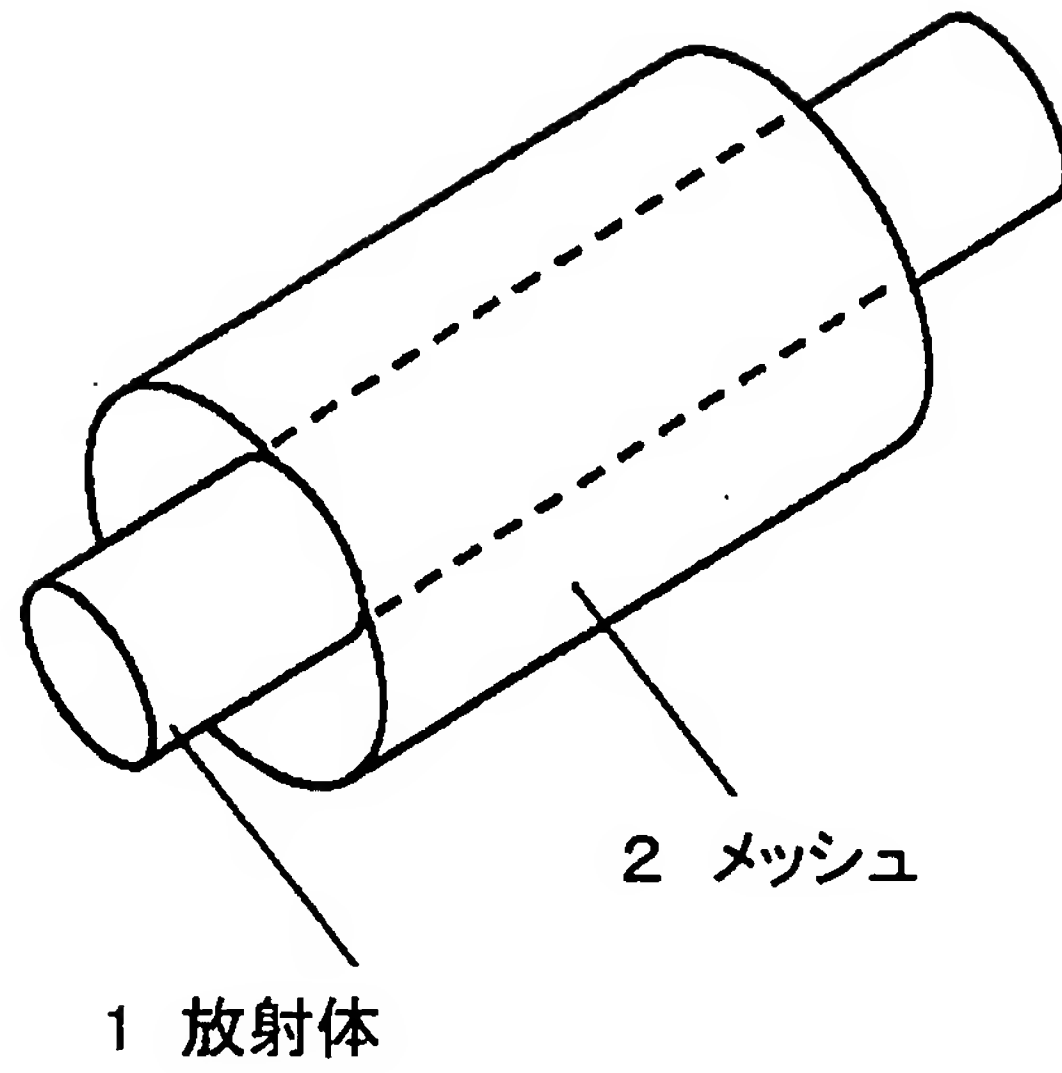
(a)



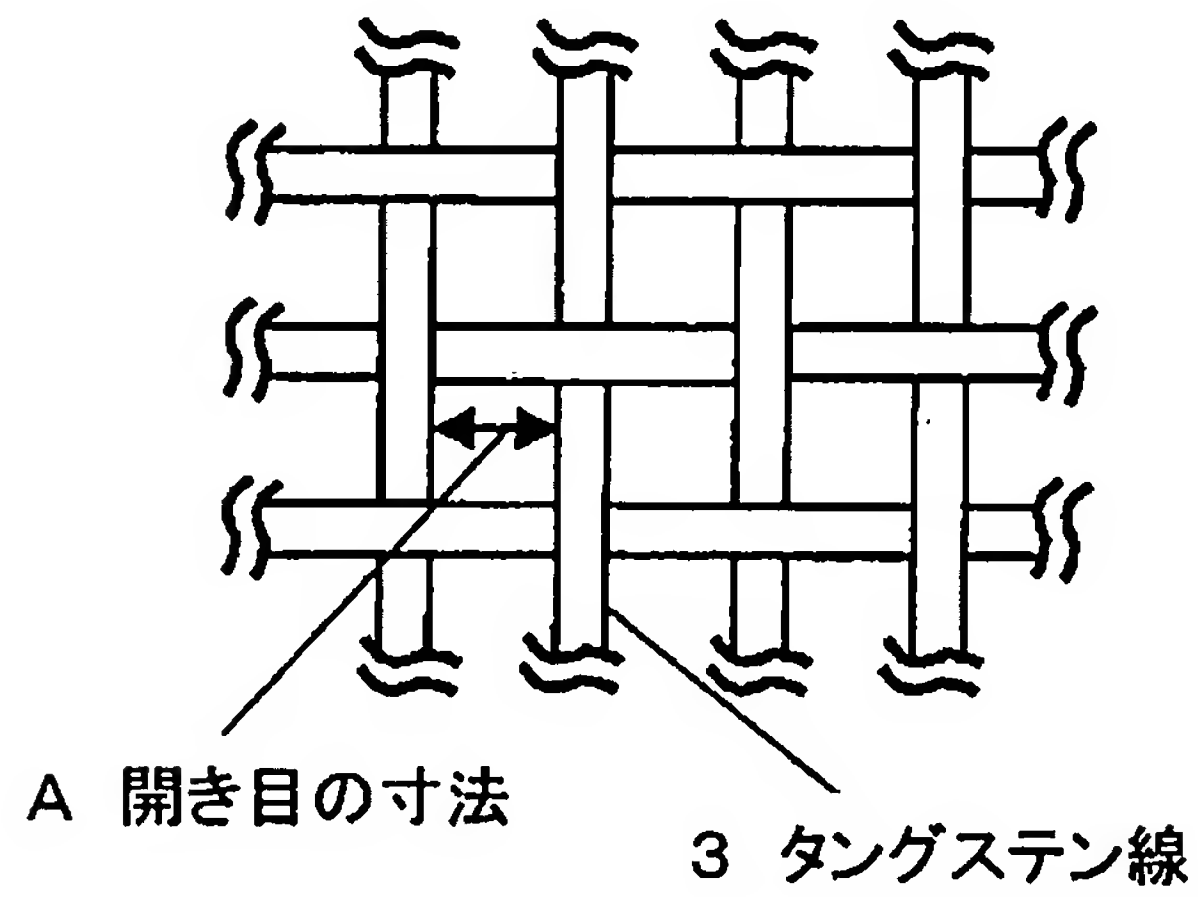
(b)



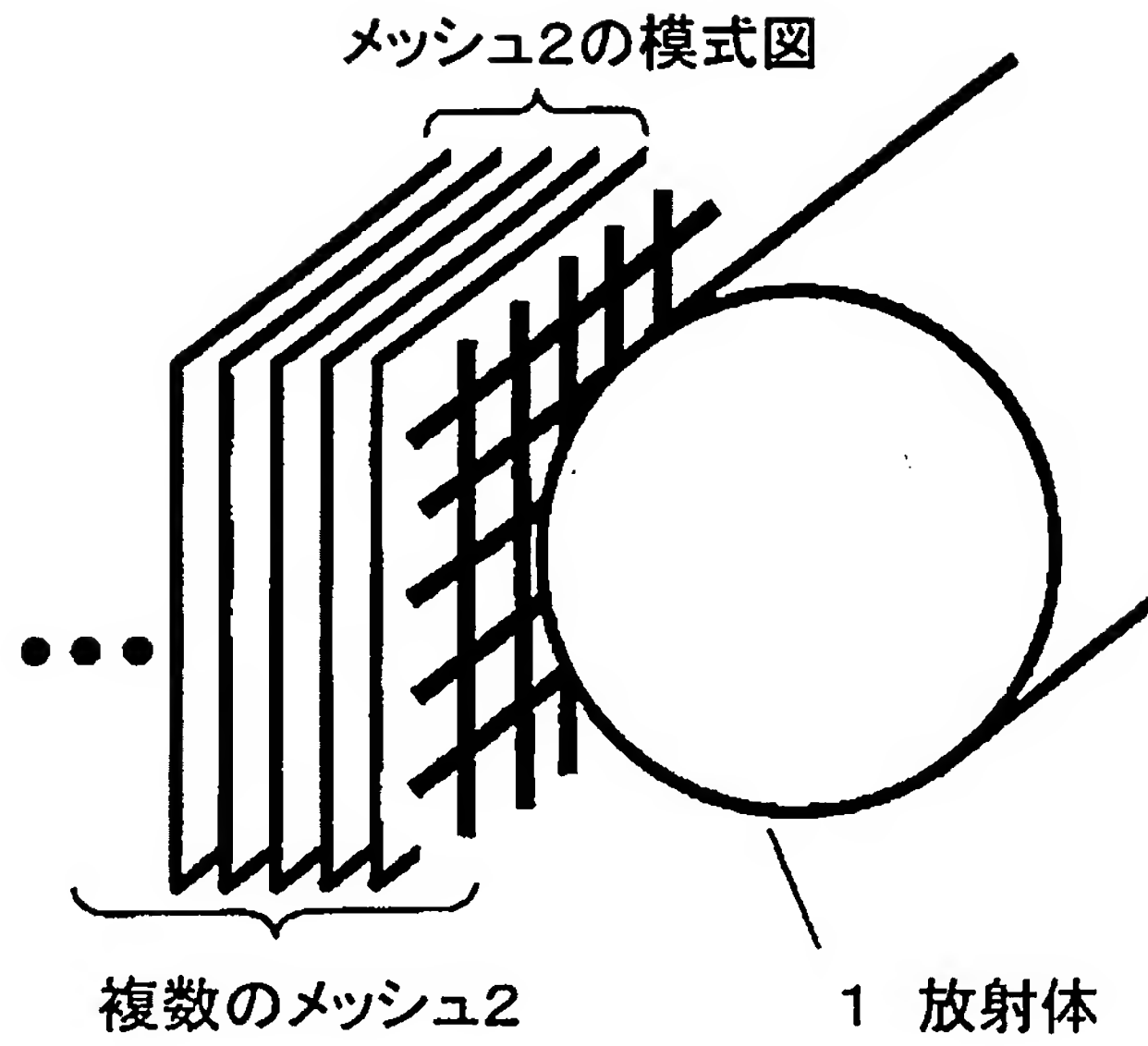
[図4]



[図5]



[図6]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2004/016520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01K1/14, G02B5/22, G02B5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01K1/00-13/06, G02B5/20-5/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-251059 A (Matsushita Electronics Corp.), 28 September, 1993 (28.09.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 10-3891 A (Yumiko SAKURAI), 06 January, 1998 (06.01.98), Par. Nos. [0032] to [0034]; Fig. 12 (Family: none)	1-12
A	JP 2000-77888 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 14 March, 2000 (14.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 December, 2004 (14.12.04)

Date of mailing of the international search report  
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. H01K 1/14, G02B 5/22, G02B 5/26		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. H01K 1/00-13/06, G02B 5/20-5/28		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-251059 A (松下電子工業株式会社) 1993. 09. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 10-3891 A (桜井裕美子) 1998. 01. 06, 段落【0032】-【0034】, 図12 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2000-77888 A (三菱レイヨン株式会社) 2000. 03. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 14. 12. 2004	国際調査報告の発送日 28.12.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 河原 英雄	2G 8506
電話番号 03-3581-1101 内線 3225		